

路在前方：

珊溪水库水源地生态补偿 理论、实践与政策设计

主 编：张红举

副主编：施士杨、田小平、叶坤华



科学出版社

路在前方：珊溪水库水源地生态 补偿理论、实践与政策设计

主编 张红举

副主编 施士杨 田小平 叶坤华

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书总结了国内外水生态补偿进展,介绍了温州市水生态补偿开展情况,以温州市珊溪水库为研究对象,运用压力-状态-响应模式,评价了珊溪水库的水管理状况,评估了生态功能价值,提出了补偿标准,并根据温州市实际,探索了以政府、市场、社会等为途径的资金筹措方式,以及以直接补偿为主、间接补偿为辅的补偿方式,并提出了完善水源地水生态补偿相关体制机制的建议。

本书可供各级政府管理人员、政策咨询研究人员以及广大科研工作者和关心生态补偿工作进展的人士阅读。

图书在版编目(CIP)数据

路在前方:珊溪水库水源地生态补偿理论、实践与政策设计/张红举主编. —北京:科学出版社,2017.12

ISBN 978-7-03-055383-6

I. ①路… II. ①张… III. ①水库-生态环境-补偿机制-研究-温州 IV. ①X524 ②TV697.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 281871 号

责任编辑:王腾飞 沈 旭 赵 晶/责任校对:贾娜娜
责任印制:张克忠/封面设计:许 瑞

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 12 月第 一 版 开本:720 × 1000 1/16

2017 年 12 月第一次印刷 印张:17 1/2

字数:353 000

定价:179.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

作者简介



张红举，1977 年 11 月生，安徽太湖人，理学博士，教授级高级工程师，长期从事太湖流域水资源保护规划与科研工作。主持完成的技术工作包括浙江省温州市珊溪水利枢纽水生态补偿试点实施方案编制，太湖流域水功能区分阶段限制排污总量核算，千岛湖及新安江皖浙缓冲区纳污能力核算，太湖及流域重要水源地供水安全风险管理体系研究，太湖流域综合规划修编中水资源保护、水生态修复专项规划编制；建立了适用于典型河网地区的水域纳污能力计算方法体系；研发了太湖及流域重要水源地供水安全预警预报系统。在国内外发表论文 30 余篇，主编或合著专著 4 部。获得上海市优秀工程咨询成果一、二、三等奖各一次，2014 年获得中国国际工程咨询公司优秀咨询研究成果一等奖。2012 年被评为全国水资源系统先进工作者。



施士杨，1963 年 12 月生，浙江台州人，贵州大学研究生，温州市水利电力勘测设计院院长，高级工程师。历任温州市珊溪水利枢纽工程总指挥部副总工程师兼工程处处长、珊溪水利枢纽管理局调度处处长、综合处处长，全程参与珊溪水利枢纽工程建设、管理、运行调度、水源保护等工作，主持完成珊溪水库调度自动化和水利信息化系统建设，研究起草《关于大力开展珊溪水利枢纽水源地人口统筹集聚和水源保护工程建设的实施意见》等一系列珊溪水源保护政策文件，综合协调珊溪大型水源地水源保护和生态补偿工作。其为温州市防汛防台技术专家组成员，温州市“新世纪 551 人才工程”培养人选等。



田小平, 1974 年 7 月生, 重庆开县人, 1996 年毕业于大连理工大学土木工程系, 教授级高级工程师, 从事水利工程咨询及设计工作。主持省、市重点建设项目的咨询、设计 20 余项, 发表论文 10 多篇, 获省、市工程技术成果奖 12 项, 入选浙江省“151 人才工程”、浙江省水利厅“325 拔尖人才工程”、温州市“新世纪 551 人才工程”等。



叶坤华, 1986 年 2 月生, 福建寿宁人。2008 年毕业于福州大学土木工程学院水利水电工程专业, 注册土木工程师(水工结构、工程规划)、咨询工程师(投资), 从事水利水电工程咨询、设计工作。主持完成的项目有温州市飞云湖生态环境保护总体实施方案、温州市节水型社会建设十二五规划、泰顺县莒江溪(玉溪)生态河道治理工程等 20 余项, 发表论文 6 篇, 获省、市工程技术成果奖 3 项。

编委会名单

主 编：张红举

副 主 编：施士杨 田小平 叶坤华

技 术 顾 问：袁建平

编委会成员（按姓氏拼音排序）：

蔡 杰	陈 剑	付意成	李俊婷
林昌宁	林 琳	刘张栋	芦炳炎
倪 刚	魏清福	杨 悦	赵东森
赵皓君	周 娅		

序

中国经济在过去几十年保持了快速增长，但生态环境退化所带来的挑战愈加严峻，引起了政府和社会的高度关注。我国生态环境退化的重要原因之一就是保护投资回报机制尚未建立。从流域层面来讲，上游地区承担保护生态环境的责任，同时享有水质改善、水量保障带来的利益的权利；下游地区应该对上游地区为改善生态环境付出的努力做出补偿，同时也享有因水质恶化、上游过度用水而受偿的权利。水生态环境作为一种自然资源，产品稀缺性的提升使其价值性日益凸显，公众对改善环境的支付意愿也在不断增加。然而，生态环境投资者若不能得到相应的回报，其从事这种公益性投资的意愿是难以长期持续的。水生态补偿就是采用综合经济政策手段，使环境保护这一行为的外部性得以内部化，从而达到保护和治理环境的目的。

近年来，我国一系列流域性的水生态补偿试点不断开展，取得了很多经验，但仍存在一些需要完善的问题。例如，补偿标准主要通过部门和地方政府的讨论直接确定，缺少科学的测算结果作为依据，且普遍仅考虑水质因素，尚不是真正意义上的生态补偿。就以我们感受得到的水价来说，水价还没有完全反映全部成本。我一直在呼吁，水价要包括水资源成本、水环境成本、水生态成本、水工程成本、机会成本、利润和税收等，我们要在生态文明的指引下，研究可持续发展面向生态文明的一套资源价格理论，推进利用市场机制保护水资源，比起西方国家的“环境服务付费”，其内涵和外延具有更大的综合性和广泛性。

看到该书的出版，我很高兴。该书对温州市珊溪水库库区水生态补偿方案进行了较为系统的研究，有不少开创性的成果，如对珊溪水库库区生态功能价值开展了综合评估，并在此基础上科学量化了补偿标准，向真正意义上的生态补偿迈出了一大步；还有对经济补偿、政策补偿等多元化补偿方式的探索，以及对水生态补偿体制机制、制度保障建设的思考；等等，它们都是对生态补偿问题的深入研究，使人们读后很有收获。

江浙地区历来富庶、人杰地灵，这里的今天就是中东部地区的明天、西部地区的后天。2014年，我受邀到温州市参加治水工作战略咨询会讨论交流，考察过当地水利工作，温瑞塘河的综合整治给我留下了深刻印象。我相信，该书的出版将会为全国其他地区开展水源地生态补偿提供“温州智慧”。随着这方面

工作的不断深入，我国水生态补偿的内容将更加丰富、方式将更加多样、评价方法将更加科学合理、机制将更加成熟定型，对流域保护和治理的支撑保障作用也将不断增强。

中国工程院院士



2017年2月23日

前 言

实施生态保护补偿是调动各方积极性、保护好生态环境的重要手段，也是生态文明制度建设的重要内容。各地区、各有关部门有序推进生态保护补偿机制建设，并取得了阶段性进展。但从总体看，生态保护补偿的范围仍然偏小、标准偏低，保护者和受益者良性互动的体制机制尚不完善，这在一定程度上影响了生态环境保护措施行动的成效。

本书以温州市珊溪水库为例，就生态补偿制度体系构建及制度中补偿范围、补偿标准、补偿方式、资金筹措、体制机制等问题进行了探讨。第一章总结梳理了国内外已开展的生态补偿研究和实践。近年来，全国各地生态补偿机制建设已经取得阶段性进展，但补偿立法薄弱、补偿标准不明确、补偿形式单一等问题仍然存在。第二章介绍了温州市水生态补偿开展情况，重点提出了补偿标准的量化、补偿方式的多元化和制度建设等问题。第三章针对这几个核心问题提出了研究的总体思路 and 主要任务。第四章阐述了压力-状态-响应模式的原理，并引用该模式，采用层次分析法与熵权法相结合的计算方式，对珊溪水库的水管理水平进行了评估。第五章构建了生态价值评估体系，在对库区生态功能价值进行测算的基础上确定了补偿标准。第六章就补偿资金筹措方式进行了研究，基于对现有政府、市场、社会 3 条资金渠道特性的分析，分别制定了 3 条渠道的资金筹集方案。第七章对现行的生态补偿方式的内涵和利弊进行了分析，提出了以直接补偿为主、间接补偿为辅的补偿方案和以民生保障、长效管理为重点的资金分配方案。第八章对水生态补偿相关的体制、机制、立法问题进行了讨论和设计，从制度建设、绩效评价体系建设、奖惩体系建设和水源保护长效管理机制 4 个方面，构建了完整的水生态补偿实施保障体系。第九章为结语，对温州市珊溪水库水生态补偿经验进行了总结，并提出了下一阶段工作的方向。

本书第一章由杨悦、芦炳炎、叶坤华、倪刚、林昌宁撰写；第二章由叶坤华、施士杨、张红举、林琳、李俊婷撰写；第三章由张红举、叶坤华、李俊婷、林琳、刘张栋撰写；第四章由赵东淼、蔡杰、李俊婷、杨悦、田小平撰写；第五章由付意成、魏清福、周娅、陈剑、田小平、李俊婷撰写；第六章由倪刚、叶坤华、蔡杰、杨悦、芦炳炎撰写；第七章由叶坤华、倪刚、田小平、林昌宁、林琳撰写；第八章由倪刚、施士杨、叶坤华、赵皓君、芦炳炎撰写；第九章由林琳、施士杨、蔡杰、周娅撰写；附录由周娅、叶坤华、林昌宁整理。全书由张红举统稿。

感谢中国工程院院士王浩在百忙之中审阅了书稿，并提出了宝贵意见。本书在编写过程中得到了水利部水资源管理中心袁建平，水利部水利水电规划设计总院黄锦辉，中国水利水电科学研究院彭文启，长江流域水资源保护局穆宏强，黄河水资源保护科学研究院张建军、张军锋，海河流域水资源保护局林超，太湖流域水资源保护局翟淑华，太湖流域水文水资源监测中心石亚东，浙江省水利厅王云南，温州市水利局白洪楞、薛盛况、郑祥孩，华东师范大学杨凯、车越，中国科学院南京地理与湖泊研究所高俊峰，南京大学周元春，温州科技职业学院娄一青，上海勘测设计研究院有限公司袁洪州，以及浙江省水利厅、温州市水利局、温州市环境保护局、文成县水利局、泰顺县珊管办、泰顺县环境保护局、泰顺县财政局、瑞安市珊管办等单位的指导与大力支持，华东师范大学硕士研究生向婧怡协助文献查阅工作，在此表示诚挚的谢意！

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏或不当之处，敬请广大读者谅解，在此也竭诚地欢迎广大读者就编者考虑不周的地方给予批评指正！

编 者

2017年6月20日

目 录

序

前言

1 国内外水生态补偿的实践	1
1.1 国外研究进展	2
1.1.1 政府直接支付的生态补偿	3
1.1.2 政府主导的生态补偿	5
1.1.3 完全市场化的生态补偿	9
1.2 国内水生态补偿实践	11
1.2.1 水生态补偿进展情况	11
1.2.2 国内相关地区水生态补偿开展情况	13
1.2.3 太湖流域片水生态补偿情况	21
1.3 水生态补偿存在的问题与启示	26
1.3.1 水生态补偿的启示	26
1.3.2 水生态补偿存在的问题	27
2 温州市水生态补偿探索与实践	29
2.1 温州市珊溪水源地概况	29
2.2 温州市珊溪水源地保护开展情况	32
2.2.1 水源保护开展情况	32
2.2.2 水质情况	37
2.2.3 水源保护工作取得的成效	41
2.2.4 水源保护存在的问题	46
2.3 温州市水生态补偿开展情况	47
2.3.1 工作开展情况	47
2.3.2 生态补偿实施形式	48
2.4 温州市水生态补偿工作取得的经验	50
2.4.1 构建了水生态补偿机制的框架	50
2.4.2 水生态补偿资金来源逐步多样化	50
2.4.3 水生态补偿范围逐步扩大	51
2.5 温州市水生态补偿存在的主要问题	51

2.5.1	对水生态补偿的认识不够统一	51
2.5.2	补偿资金来源渠道还比较狭窄	51
2.5.3	多元化补偿方式尚未形成	52
2.5.4	配套制度不够完善	52
2.5.5	对水生态补偿资金的监督机制还不完善	52
2.6	水生态补偿工作的主要需求	53
3	温州市水生态补偿总体设计	55
3.1	水生态补偿政策背景	55
3.2	水生态补偿需求分析	56
3.2.1	水生态补偿需求分析是水源地治理保护成效维持的需要	56
3.2.2	水生态补偿需求分析是保护温州“大水缸”的需要	57
3.2.3	水生态补偿需求分析是库区经济社会发展的必然要求	57
3.2.4	水生态补偿需求分析是长江经济带经济发展的要求	58
3.2.5	水生态补偿需求分析是建设生态文明的内在需求	58
3.3	温州市水生态补偿总体要求	58
3.3.1	“谁受益、谁补偿”原则	59
3.3.2	统筹兼顾原则	59
3.3.3	政府主导原则	59
3.3.4	循序渐进原则	59
3.4	温州市水生态补偿的目标和任务	59
3.4.1	水生态补偿目标	59
3.4.2	水生态补偿任务	60
3.5	珊溪水库水生态补偿总体思路	60
3.5.1	补偿依据	60
3.5.2	基本原则	61
3.5.3	主要内容	61
3.5.4	技术路线	61
3.6	珊溪水库水生态补偿范围与主客体	63
3.6.1	补偿范围	63
3.6.2	补偿主客体	63
4	基于压力-状态-响应模式的珊溪水库水管理评价	65
4.1	DPSIR 模型简介	65
4.1.1	DPSIR 模型发展历史	65
4.1.2	DPSIR 模型相关定义	68
4.2	DPSIR 模型构建及权重确定	74

4.2.1 指标选取及体系构建	74
4.2.2 权重分析	88
4.3 评估结果	94
4.3.1 水管理水平等级	94
4.3.2 水管理存在的问题	94
4.3.3 水管理水平提升对策	96
5 珊溪水库生态功能价值评估与补偿标准	97
5.1 库区生态系统分类	97
5.1.1 森林生态系统	97
5.1.2 农田生态系统	99
5.1.3 水库生态系统	101
5.1.4 河流生态系统	101
5.2 生态补偿原理和标准	103
5.2.1 生态补偿经济学原理	103
5.2.2 流域水生态补偿标准	113
5.2.3 基于生态服务价值的补偿标准——补偿上限	114
5.2.4 基于社会成本投入的补偿标准——补偿下限	114
5.3 水生态价值评估指标	115
5.3.1 森林生态系统	115
5.3.2 农田生态系统	118
5.3.3 水库生态系统	120
5.3.4 河流生态系统	122
5.4 水生态价值评估方法	123
5.4.1 森林生态系统	127
5.4.2 农田生态系统	132
5.4.3 水库生态系统	136
5.4.4 河流生态系统	137
5.5 水生态价值评估结果	138
5.5.1 森林生态系统	139
5.5.2 农田生态系统	145
5.5.3 水库生态系统	146
5.5.4 河流生态系统	148
5.6 水生态服务价值评估结果分析	149
5.6.1 森林生态系统	149
5.6.2 水库生态系统	151

5.6.3	河流生态系统	152
5.6.4	农田生态系统	153
5.6.5	水生态价值综合评估	154
5.7	生态补偿标准确定	156
5.7.1	基于生态服务价值的补偿标准	156
5.7.2	基于社会成本投入的补偿标准	157
5.7.3	生态补偿标准实施方案	158
6	水生态补偿资金筹集研究	160
6.1	流域水生态补偿资金筹集概述	160
6.1.1	流域水生态补偿有关概念辨析	160
6.1.2	流域水生态补偿的特征	161
6.1.3	流域水生态补偿资金来源分析	163
6.2	国内水生态补偿资金筹集方式	166
6.2.1	中央财政主导	166
6.2.2	省级财政主导	166
6.2.3	地方财政统筹	169
6.3	珊溪水库水生态补偿资金筹集的主要思路	169
6.3.1	政府资金	169
6.3.2	市场资金	172
6.3.3	社会资金	173
6.4	珊溪水库水生态补偿资金筹集方案	176
6.4.1	政府资金	176
6.4.2	市场资金	178
6.4.3	社会资金	179
6.4.4	资金额度	181
7	水生态补偿方式研究	183
7.1	国内水生态补偿主要方式	183
7.1.1	水生态补偿方式概述	183
7.1.2	主要水生态补偿方式分析	185
7.1.3	国内水生态补偿的主要方式	187
7.2	水生态补偿范围	189
7.2.1	补偿主要范围	189
7.2.2	补偿单元划分	190
7.3	补偿方式的总体思路	191
7.3.1	直接补偿	191

7.3.2 间接补偿	192
7.4 水生态补偿方案	194
7.4.1 直接补偿	194
7.4.2 间接补偿	197
7.4.3 主要结论	203
8 水生态补偿的长效管理体制与机制研究	206
8.1 流域生态补偿立法研究	206
8.1.1 流域生态补偿法律体系框架概述	206
8.1.2 流域生态补偿立法的指导思想	207
8.1.3 流域生态补偿立法的基本原则	208
8.2 流域生态补偿的管理体制研究	212
8.2.1 流域生态补偿的流域管理模式分析	212
8.2.2 流域生态补偿的政府职能定位	212
8.2.3 流域生态补偿的政府财政责任	213
8.3 组织领导	215
8.3.1 成立专职机构	215
8.3.2 组织机构职责分工	216
8.4 制度建设	218
8.4.1 珊溪水源保护立法	218
8.4.2 建立水生态补偿的标准化管埋	219
8.4.3 构建水生态补偿的智慧监测体系	220
8.4.4 强化水生态补偿的技术保障制度	221
8.4.5 建立公众参与宣传保障机制	222
8.5 绩效评价体系建设	223
8.5.1 建立监督考核制度	223
8.5.2 建立绩效评价体系	223
8.6 奖惩体系建设	225
8.6.1 建立生态改善奖励金	225
8.6.2 建立奖惩体系	225
8.7 水源保护长效管理机制	229
8.7.1 农村生活污水长效管理	229
8.7.2 畜禽养殖长效管理	230
8.7.3 城镇生活污水长效管理	233
8.7.4 生活垃圾长效管理	234
8.7.5 库区执法长效管理	235

8.7.6 渔业长效管理	236
8.7.7 转产转业长效管理	238
9 结语	241
9.1 珊溪水库水生态补偿经验	241
9.2 珊溪水库水生态补偿下一阶段工作方向	242
参考文献	244
附录 1 珊溪水库库区内水利工程基本情况	247
附录 2 珊溪水源地保护与管理立法草案	253
附 2-1 温州市珊溪饮用水水源保护办法（草案）	253
附 2-2 温州市珊溪水库水生态补偿条例（草案）	260

1 国内外水生态补偿的实践

国际上的生态补偿一般称为生态环境付费 (payment for ecological/environmental service, PES), 其含义是通过改善植被破坏地区的生态系统状况或建立新的具有相当生态系统功能或质量的栖息地, 来补偿由经济开发或经济建设而导致的现有生态系统功能质量的下降或破坏 (吕晋, 2009)。

生态补偿起源于传统经济学, 其理论基础源于生态经济学、环境经济学与资源经济学。

一般经济学意义上的消费是指利用社会产品满足当前需要的过程。如果我们把自然系统和经济系统作为一个整体来考虑, 就会发现消费的另一层深义: 在经济系统中用于制造消费品的物质材料来自于自然界, 经过加工后, 一部分物质转换为商品, 一部分作为废弃物排入环境; 经过一定时间之后, 商品也会成为废弃物排入自然环境。因此, 我们所说的消费只是商品效用的消费, 商品的物质本身依然存在, 并没有被“消费”掉。近几十年来, “稀缺资源”内涵的不断“丰富”、环境问题的多发性与复杂性时刻在提醒人们, 现代生产和消费过程产生的外部不经济性已经是一种普遍的经济现象。经济学鼻祖亚当·斯密 (Adam Smith) 在《国富论》(The Wealth of Nations) 中提出的“看不见的手”已无法有效进行资源配置, 因此出现了“市场失灵”现象。与环境资源利用最相关的“市场失灵”是由它的外部性和公共物品性导致的。

外部性 (externality) 理论 (毛显强等, 2002) 是生态经济学和环境经济学的基础理论之一, 也是生态环境经济政策的重要理论依据。环境资源生产和消费过程中产生的外部性主要反映在两个方面, 一是资源开发造成生态环境破坏所形成的外部成本, 二是生态环境保护所产生的外部效益。这些成本或效益没有在生产或经营活动中得到很好的体现, 从而导致破坏生态环境没有得到应有的惩罚。保护生态环境产生的生态效益被他人无偿享用, 使得生态环境保护领域难以达到帕累托最优。庇古 (A. C. Pigou) 认为, 当社会边际成本收益与私人边际成本收益相背离时, 不能靠在合约中规定补偿的办法予以解决, 这时市场机制无法发挥作用, 即出现“市场失灵”, 而必须依靠外部力量, 即政府干预加以解决。当它们不相等时, 政府可以通过税收与补贴等经济干预手段使边际税率 (边际补贴) 等于外部边际成本 (边际外部收益), 使外部性“内部化”。构建这种外部性内部化的制度就是生态补偿政策制定的核心目标。